

Leveza na trilha

Estudo gera conhecimento para pneu que compacta menos o solo agrícola

Marcos de Oliveira

É inevitável, máquinas agrícolas deixam trilhas com os pneus quando estão em atividade nas áreas de cultivo. Além das marcas no chão, o peso de tratores e colheitadeiras, entre outros veículos, provoca a compactação do solo. Um problema antigo que no mundo atual da agricultura de precisão e da alta produtividade precisa ser minimizado em benefício do melhor aproveitamento da terra. A partir da demanda de produtores e fábricas de máquinas agrícolas, a Pirelli decidiu enfrentar o problema e chegou a formular uma nova linha de pneus agrícolas, que garante uma melhor distribuição de tensões no solo e redução na compactação, depois de ter realizado estudos em parceria com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O desafio começou no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento, em Santo André, na Região Metropolitana de São Paulo, onde, sob a coordenação do engenheiro Argemiro Costa, gerente de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para a América Latina, verificou-se a necessidade de conhecer melhor o solo para que a empresa pudesse desenvolver novos pneus agrícolas.

“Modelagem de solo não é competência da Pirelli. Aproveitamos um convênio

que temos com a Unicamp há 15 anos e buscamos contato com a Feagri [Faculdade de Engenharia Agrícola] e a Faculdade de Engenharia Mecânica [FEM] para obtermos mais conhecimento sobre o tema”, diz Costa. Os estudos começaram em 2008 e foram escolhidos dois alunos do quarto ano, Luís Alfredo Barbosa, da Feagri, e Thiago Henrique Rodrigues, da FEM, que receberam bolsa de estudo da empresa até o mestrado, no período de um ano e meio. “A empresa nos procurou com dúvidas de como acontecia a interação do pneu na compactação do solo. E aí propusemos ensaios na caixa de solo do nosso laboratório”, diz o professor Paulo Graziano, da Feagri.

“A compactação do solo é um problema sério devido ao alto índice de mecanização. Atualmente, ela é mais grave nas plantações de cana-de-açúcar, onde as máquinas são muito pesadas, com 20 toneladas ou mais”, diz Graziano. “Por necessitar passar por todas as entrelinhas com aproximadamente 0,8 metro [m] de largura, espaçadas por 1,5 m, cerca de 60% da área é atingida pelos pneus ou esteiras dos equipamentos de colheita ou transporte. Nessa configuração de plantio trafegam 32 pneus durante o ciclo de produção da cana.” Um dos veículos

O pneu agrícola é produzido com compostos de borracha mais resistentes a laceração e corte porque trabalham em ambiente com pedras e caules cortados

Diâmetro
1,172 m



Pneu desenvolvido já com o conhecimento do solo. Ele tem desenho da banda de rodagem, curvatura e barras diferentes dos anteriores (ver desenho na próxima página)

Um dos itens modificados dos novos pneus é o número maior de barras e o espaçamento entre elas

Pneu agrícola precisa ter boa tração e não acumular terra e pedras entre as barras

5,58 cm

usados nessa cultura e que prejudica bem o solo é o transbordo, uma espécie de vagão aberto puxado por tratores. Eles trabalham ao lado das colhedoras na remoção e transporte do material colhido até o pátio de transbordo onde a cana cortada é transportada para as usinas em caminhões. “Cada

transbordo carregado pode pesar mais de 15 toneladas, sendo geralmente utilizados dois desses veículos puxados por um trator”, diz Graziano. Ele explica que a compactação do solo reduz os espaços vazios e dificulta o movimento de ar e água no solo, necessários para o melhor desenvolvimento das plantas. Sem essas boas condições, a produtividade diminui.

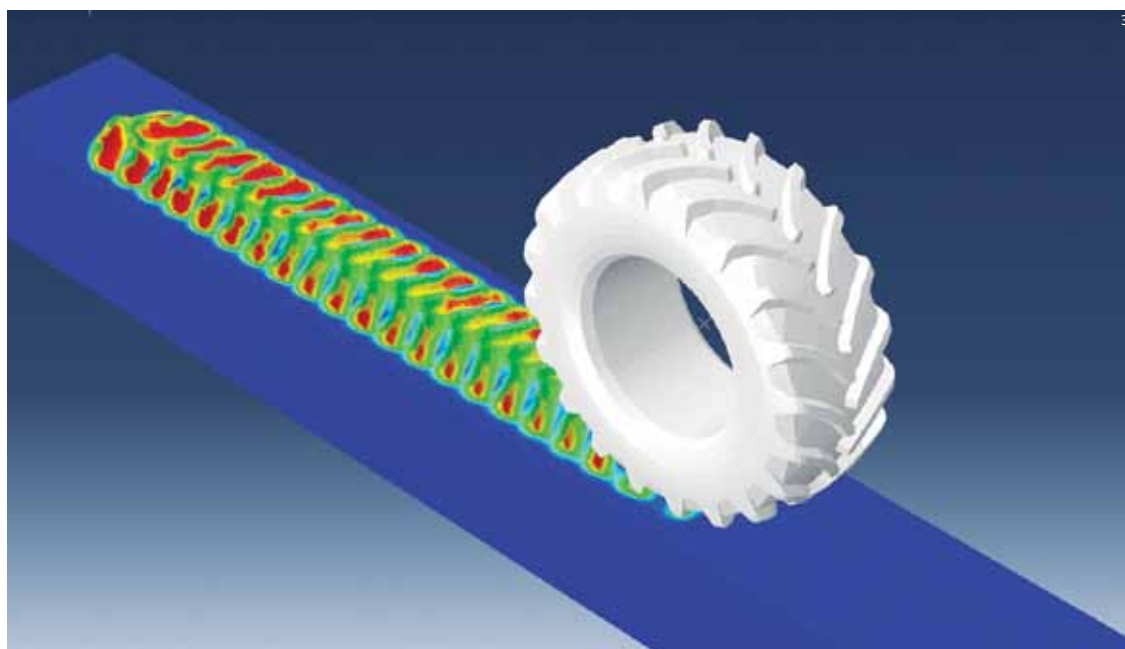
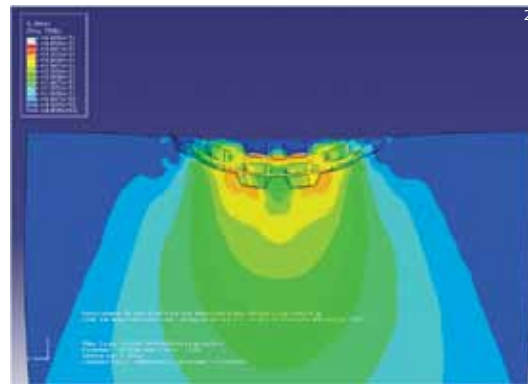
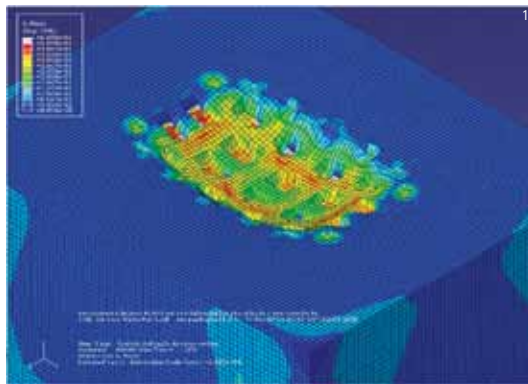
“Fizemos experimentos com alguns pneus que mostraram a deformação e o nível de compactação do solo e até em qual profundidade ocorrem alterações. Também foi verificado em qual região do pneu o efeito é mais evidente”, diz Graziano. Os experimentos foram realizados em uma caixa de solo do Laboratório de Máquinas Agrícolas e Agricultura de Precisão da Unicamp. Ela é construída em alvenaria com 12 m de comprimento, 2 m de largura e 1,5 m de profundidade. Sobre ela corre uma estrutura de aço com uma série de equipamentos tanto para preparar o solo

dentro da caixa como para movimentar o pneu e exercer a pressão necessária para os ensaios. A caixa foi preparada com solo de textura média, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, seguindo uma metodologia desenvolvida no próprio laboratório. O pneu foi montado sobre a estrutura de aço e foram aplicados dois níveis de carga, correspondentes a 55% e 100% da capacidade do modelo de pneu agrícola da Pirelli utilizado no experimento.

RECURSOS DIGITAIS

Nos testes foram realizados ensaios tanto com o pneu parado como em movimento e observadas as deformações vertical e lateral do pneumático e do solo com a ajuda de instrumentos e sensores instalados na caixa usada para os experimentos. Também foi feita uma análise laboratorial para a obtenção dos parâmetros do solo empregado, realizada no Laboratório de

Solos da Feagri. Toda a área de contato foi mensurada por meio de recursos gráficos digitais. Depois de analisados, os dados obtidos foram repassados para a equipe da Faculdade de Engenharia Mecânica, sob a coordenação do professor Euclides Mesquita Neto, e serviram de parâmetros iniciais para caracterização do modelo numérico. Eles mostraram por meio de modelagem matemática a interação entre o pneu e o solo, indicando a região de compactação e a extensão da profundidade. Foram feitas duas associações, de compactação e da movimentação do solo. “Quando o pneu inicia o contato com o solo, as barras [grandes saliências no pneu] ou gomos movimentam a terra, mas não compactam, somente depois dessa movimentação é que ocorre a compactação”, diz o engenheiro Igor Zucato, chefe de desenvolvimento de produto agrícola da Pirelli. Ele explica que a produção de um novo pneu exige uma série de parâmetros.



Acima, modelo computacional mostra o resultado captado por instrumentos e sensores da interação entre pneu e solo. Ao lado, em vermelho, as partes mais profundas no solo. Na outra página, trator puxa transbordos em plantação de cana

“São curvaturas muito complexas, ângulos de posicionamento das barras, se maiores ou menores, no sentido longitudinal ou transversal. Junto a tudo isso existe a característica dos pneus agrícolas que não podem patinar em demasia, precisam de uma excelente tração, além de serem produzidos com compostos de borracha muito resistentes a laceração e corte por trabalhar em ambientes com muitas pedras e caules cortados que podem perfurar o pneu”, diz Zucato.

“Antes do teste imaginávamos que aumentando a área de contato do pneu com o solo diminuiria a compactação, o que não é verdade como foi demonstrado.” O que interessa para o pneu é a distribuição de peso e qual ângulo, profundidade, espaçamento e número de barras, e se serão melhores de acordo com o modelo e máquina que ele vai servir. “Esses dados vão determinar a interação com o solo”, diz Zucato. Para chegar aos novos pneus, a empresa utiliza a simulação em sistemas computacionais, muitas vezes em supercomputadores, antes de fazer o primeiro protótipo. “Nós utilizamos há 25 anos modelos matemáticos com o uso de *softwares* de mercado e desenvolvidos por nós aqui no Brasil ou na matriz da empresa em Milão, na Itália”, diz Costa.

O centro de P&D brasileiro da Pirelli é o segundo maior entre oito existentes no mundo, só perdendo para o italiano. “A área de pesquisa em pneus agrícolas só existe no Brasil onde desenvolvemos produtos para todo o mundo”, explica Zucato. Com forte apelo agrícola, o Brasil produziu, em 2012, 807 mil pneus para esse tipo de uso, número que representa um pouco mais de 1% de todos os pneus fabricados no país segundo a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (Anip). O aumento em relação a 2011 foi de 1,6% em relação ao ano anterior. Nos experimentos computacionais, a Pirelli faz os pneus receberem todo tipo de carga em diferentes simulações de desenho

A parceria resultou na geração de conhecimento que foi aplicado em nova linha de pneus agrícolas

e características. Agora o conhecimento do solo foi incorporado. “O trabalho com a Unicamp resultou na geração de conhecimento que já é aplicado em vários produtos. Não somente em um pneu”, diz Zucato. Contribuiu para isso a contratação pela Pirelli dos dois alunos da Unicamp participantes do estudo. “O Luís Alfredo, que trabalhou diretamente na caixa de solo trouxe bastante informação, principalmente na interação e no comportamento do solo”, diz. Alfredo ficou dois anos na Pirelli e depois preferiu fazer o doutorado e trabalhar no Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), também em Campinas.

DESEMPENHO EM TRAÇÃO

Com os novos dados, a Pirelli desenvolveu uma linha de pneus que já possui o conhecimento de solo agregado. Um deles, o primeiro a ser lançado, já está sendo usado em transbordos de cana-de-açúcar. “Ele apresenta um desenho da banda de rodagem, um tipo de curvatura e quantidade de barras diferentes da configuração utilizada antes do estudo. O novo pneu possui mais desempenho em tração em relação aos anteriores, além de apresentar alta taxa de limpeza”, diz

Zucato. A limpeza é o não acúmulo de terra e pedras entre as barras do pneu. “Chamamos a linha desses pneus que possuem baixa compactação de *high flotation* porque distribuem melhor o peso. Estamos preparando para lançamento em breve uma linha de pneus agrícolas que já terá também o conhecimento agregado em relação à compactação do solo.”

A parceria da Pirelli com a Unicamp mostrou assim vários benefícios. “Nesse tipo de estudo todos ganham, nós porque obtivemos um conhecimento que não tínhamos e acreditamos que a universidade obteve maior aprofundamento na área conhecida como *terramechanics*, ou terramecânica, que estuda a relação entre solo e veículos. Também dispusemos, porque a interação aconteceu dentro do princípio da inovação aberta, todos os dados para outros estudos ou empresas. A Petrobras, por exemplo, pode vir a ser uma beneficiária em relação ao contato entre cabos submarinos e o fundo do mar porque a interação com o solo é similar”, diz Costa. Um artigo científico está sendo preparado pelo professor Paulo Graziano para ser publicado em uma revista especializada. ■

